Bureau de la sécurité des transports du Canada
Transportation Safety Board of Canada

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE R17W0175

Déraillement en voie principale

Chemin de fer Canadien Pacifique
Train de marchandises 369-377
Point milliaire 53,57, subdivision d'Emerson
Dominion City (Manitoba)
11 août 2017

Canada

Bureau de la sécurité des transports du Canada
Place du Centre
200, promenade du Portage, 4e étage
Gatineau QC K1A 1K8
819-994-3741
1-800-387-3557
www.bst.gc.ca
communications@bst.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par
le Bureau de la sécurité des transports du Canada, 2018

Rapport d'enquête ferroviaire R17W0175

No de cat. TU3-6/17-0175F-PDF
ISBN 978-0-660-27348-8

Le présent rapport se trouve sur le site Web
du Bureau de la sécurité des transports du Canada
à l'adresse www.bst.gc.ca

This report is also available in English.

Le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST) a enquêté sur cet événement dans le but de promouvoir la sécurité des transports. Le Bureau n'est pas habilité à attribuer ni à déterminer les responsabilités civiles ou pénales.

Rapport d'enquête ferroviaire R17W0175

Déraillement en voie principale
Chemin de fer Canadien Pacifique
Train de marchandises 369-377
Point milliaire 53,57, subdivision d'Emerson
Dominion City (Manitoba)
11 août 2017

Résumé

Le 11 août 2017, à 12 h 50, heure avancée du Centre, le train-bloc de marchandises 369-377 du Chemin de fer Canadien Pacifique se dirigeait vers le nord à 40 mi/h sur la subdivision d'Emerson lorsqu'un freinage d'urgence provenant de la conduite générale s'est produit. Une inspection subséquente a révélé que 22 wagons-trémies couverts chargés de maïs avaient déraillé à la sortie d'un pont (point milliaire 53,60) près de la ville de Dominion City (Manitoba). Il n'y a eu aucun blessé.

This report is also available in English.

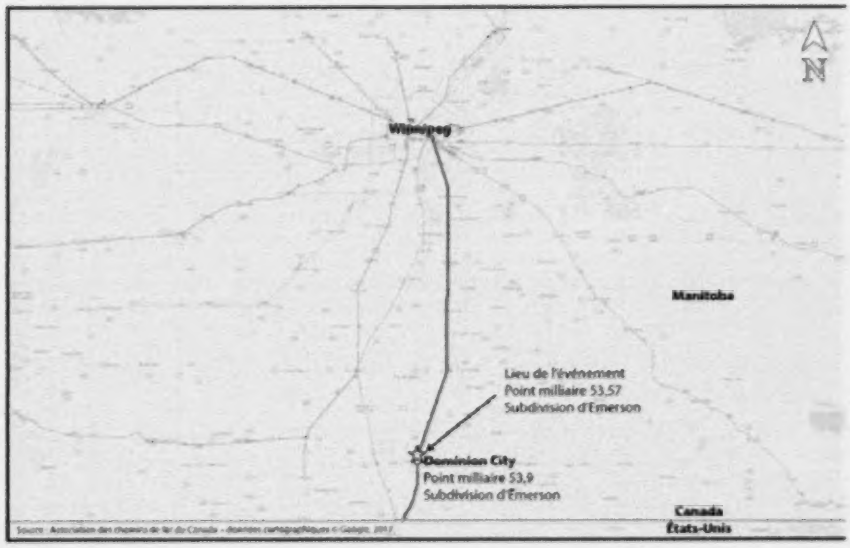
Renseignements de base

Le 11 août 2017, à 12 h 12[1], après un changement d'équipe à Noyes (Dakota du Nord, États-Unis), le train-bloc de marchandises 369-377 (le train) du Chemin de fer Canadien Pacifique (CP) est parti vers le nord en direction de Winnipeg (Manitoba). Ce train-bloc à traction répartie était composé d'une locomotive de tête (CP 9585), de 101 wagons-trémies couverts chargés de maïs et d'une locomotive de queue (CP 8646). Le train mesurait 5997 pieds de long et pesait 13 074 tonnes courtes. L'équipe était formée d'un mécanicien de locomotive et d'un chef de train. Les membres de l'équipe étaient qualifiés pour leurs postes respectifs, connaissaient bien le territoire et satisfaisaient aux exigences établies en matière de repos et de condition physique.

L'accident

Vers 12 h 40, en roulant à 40 mi/h, le train a franchi le pont du CP enjambant la rivière Roseau (point milliaire 53,60 de la subdivision d'Emerson), juste au nord de Dominion City (Manitoba). En quittant l'extrémité nord du pont, le train est passé sur une section inégale de la voie. À 12 h 41, un freinage d'urgence provenant de la conduite générale s'est produit tandis que la tête du train se trouvait près du point milliaire 53,0.

Figure 1. Lieu de l'événement (Source : Association des chemins de fer du Canada, Atlas du rail canadien, avec annotations du BST)



L'inspection subséquente a permis de constater que 22 wagons, du 58e au 79e à partir de la tête du train, avaient déraillé juste au nord du pont du CP au point milliaire 53,57 de la subdivision d'Emerson (figure 1). Certains wagons avaient laissé échapper des produits,

---

1 Les heures sont exprimées en heure avancée du Centre.

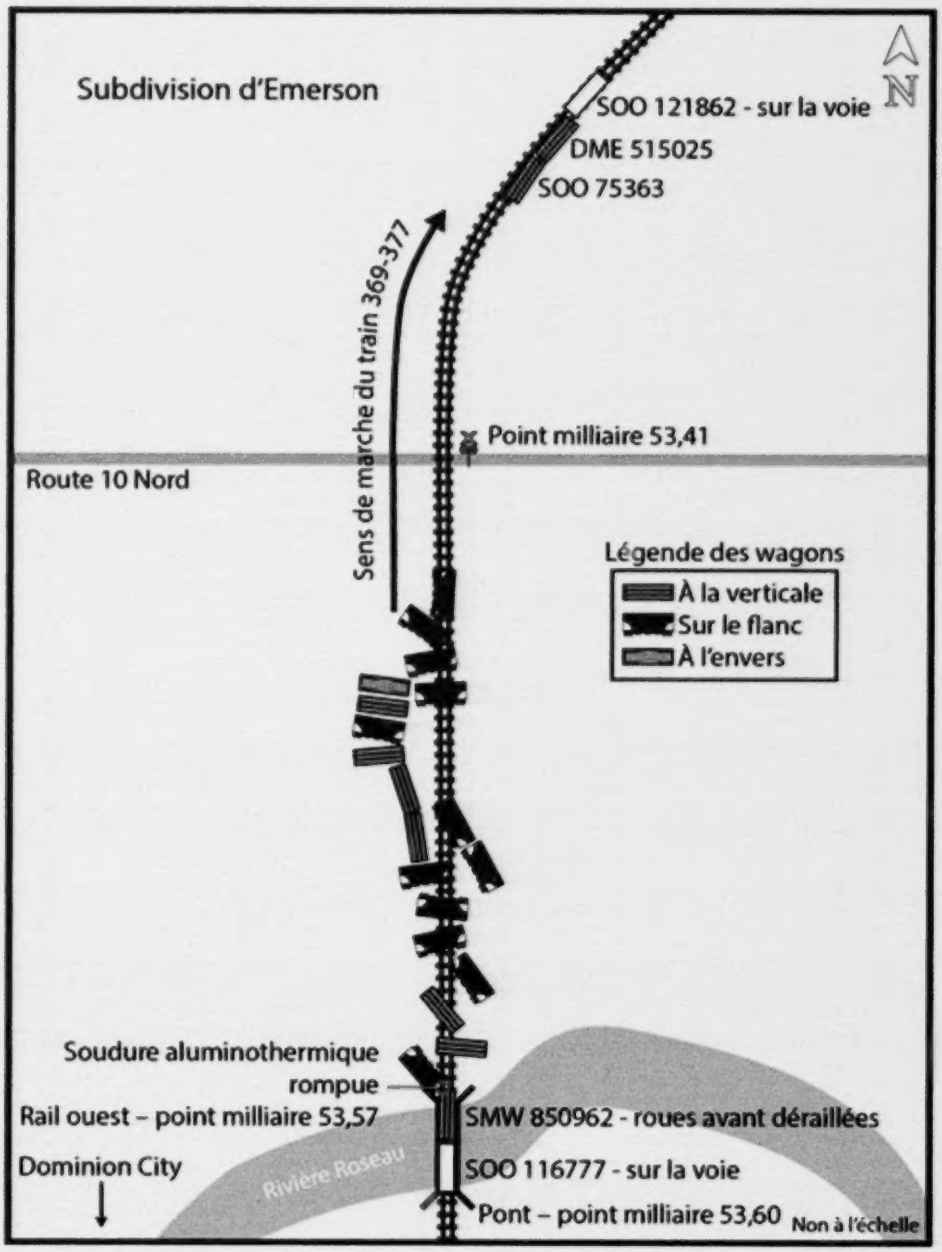
mais ni les produits ni le matériel roulant ne se sont retrouvés dans le cours d'eau. Il n'y a eu aucun blessé.

Au moment de l'événement à l'étude, le temps était sec et ensoleillé, la visibilité était bonne et la température était de 25 °C.

Examen des lieux

Les wagons ont déraillé à 2 endroits séparés par une distance d'environ 600 pieds (figure 2).

Figure 2. Schéma du lieu de l'événement montrant la position de tous les wagons déraillés



Les 2 premiers wagons qui ont déraillé étaient le 58e (DME 515025) et le 59e (SOO 75363) à partir de la tête du train. Ces 2 wagons n'ont pas versé, mais ont parcouru environ 3000 pieds hors des rails après le pont et traversé le passage à niveau de la route 10 Nord (point milliaire 53,41). Le passage à niveau a été endommagé par le matériel déraillé.

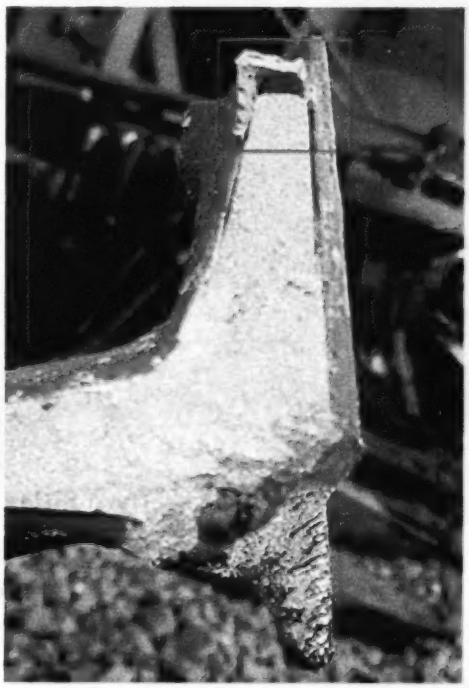
Les 20 autres wagons qui ont déraillé étaient empilés dans diverses positions entre le passage à niveau et l'extrémité nord du pont. La plupart avaient déraillé du côté ouest de la voie.

Un examen visuel des wagons déraillés n'a relevé aucun défaut du matériel antérieur au déraillement pouvant être considéré comme une cause. Le déraillement a endommagé ou détruit environ 3000 pieds de voie.

À environ 20 pieds au nord du pont, on a observé une soudure aluminothermique[2] rompue dans le rail ouest au point milliaire 53,57 (figures 3 et 4). Cette soudure aluminothermique avait été faite le 30 octobre 2008.

Figure 3. Vue vers le sud depuis la voie d'accès nord du pont avec mise en évidence de la soudure aluminothermique rompue

Figure 4. Plan rapproché de la surface de rupture de la soudure aluminothermique mettant en évidence le point d'origine



Renseignements consignés

Les données du consignateur d'événements ont été passées en revue. Pendant environ 5 minutes avant le freinage d'urgence provenant de la conduite générale, la vitesse

---

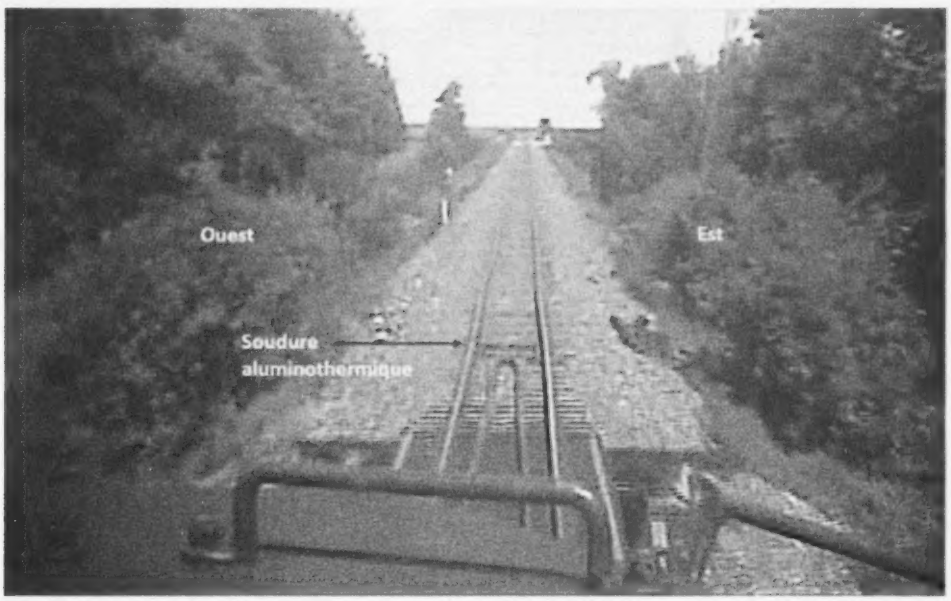
2 Le soudage aluminothermique est un procédé de coulage par fusion avec réaction exothermique utilisé pour réunir 2 abouts de rails qui se trouvent toujours en voie.

approximative du train était de 40 mi/h. La vitesse du train était commandée au moyen du manipulateur.

Un examen de l'enregistrement vidéo de la caméra orientée vers l'avant à bord de la locomotive de tête a montré que :

- la soudure aluminothermique était dans le rail gauche (ouest) juste après les contre-rails[3] qui dépassaient de l'extrémité nord du pont (figure 5);
- il y avait un léger désalignement vers l'ouest du rail juste au nord de la soudure aluminothermique (figure 6);
- la locomotive a cahoté vers l'ouest en passant sur l'emplacement du désalignement (figure 7).

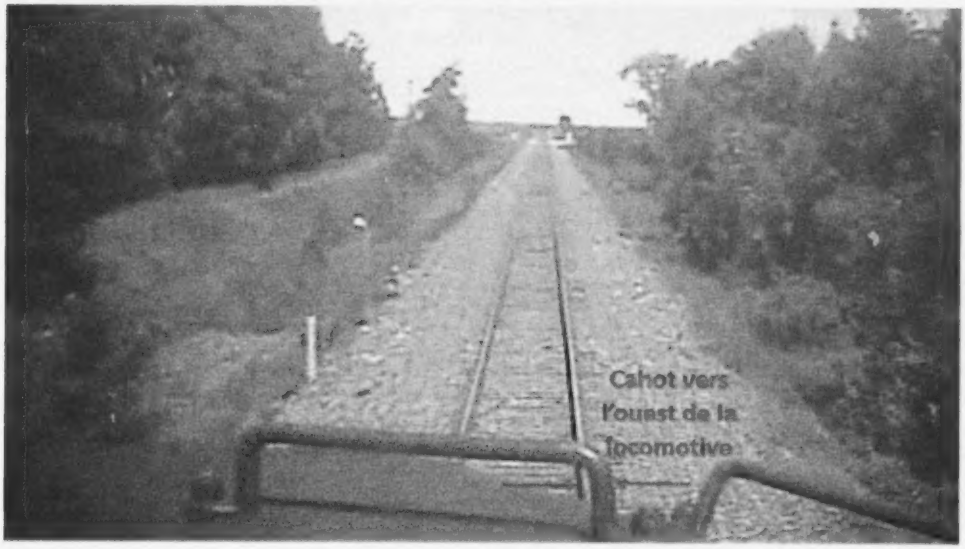
Figure 5. Soudure aluminothermique dans le rail gauche (ouest) juste après les contre-rails qui dépassaient de l'extrémité nord du pont (Source : Chemin de fer Canadien Pacifique, avec annotations du BST)



[3] Les contre-rails aident à maintenir les roues du matériel roulant alignées en cas de déraillement pour protéger les voies d'accès et la travée de pont. Les contre-rails aident également à éviter qu'un matériel qui déraille tombe du pont.

Figure 6. Léger désalignement du rail juste au nord de la soudure aluminothermique (Source : Chemin de fer Canadien Pacifique, avec annotations du BST)

Figure 7. Cahot vers l'ouest de la locomotive à l'emplacement du désalignement du rail ouest, avec des flèches mettant en évidence le déplacement, comparativement à la figure 6 (Source : Chemin de fer Canadien Pacifique, avec annotations du BST)



Renseignements sur la subdivision et la voie

La subdivision d'Emerson est formée d'une voie principale simple qui s'étend du terminal de Winnipeg (point milliaire 4,0) jusqu'à la frontière canado-américaine (point milliaire 64,1). Les mouvements de train sur cette subdivision sont régis par le système de régulation de l'occupation de la voie (ROV), tel qu'il est autorisé par le *Règlement d'exploitation ferroviaire du Canada*, et sont supervisés par un contrôleur de la circulation ferroviaire en poste à Calgary (Alberta).

La voie appartenait à la catégorie 3, selon le *Règlement concernant la sécurité de la voie* (aussi appelé Règlement sur la sécurité de la voie ou RSV) approuvé par Transports Canada. La

vitesse maximale autorisée selon l'indicateur est de 40 mi/h pour les trains de marchandises. La circulation ferroviaire à cet endroit était de 2 trains de marchandises par jour (14 trains par semaine), ce qui représente un tonnage annuel de quelque 15,4 millions de tonnes courtes brutes.

Dans les environs du déraillement, la voie était en alignement droit dans le sens nord-sud. Elle était formée de longs rails soudés (LRS) de 115 livres fabriqués par Algoma à différents moments entre 1966 et 1975. Ces rails reposaient sur des selles à double épaulement de 11 pouces fixées à l'aide de 2 crampons chacune avec encadrement à toutes les traverses. Les traverses, en bois mou traité, étaient dans un état passable. Il y avait environ 61 traverses par 100 pieds de voie. Des traverses défectueuses étaient marquées pour remplacement, mais le minimum exigé par le RSV (au moins 12 traverses non défectueuses par tronçon de 39 pieds de voie) était respecté. La couche supérieure de plate-forme était composée d'un ballast mélangé, qui était pollué. Les épaulements dépassaient les têtes des traverses de 12 pouces.

Renseignements sur le pont

Le pont était en bon état. Il comptait 9 travées et mesurait 277 pieds de longueur. Il y avait 4 travées en bois de 15 pieds supportées par des pilotis en bois à chaque extrémité. La travée centrale du pont était une travée à poutre d'acier à treillis à tablier inférieur ajouré de 157 pieds sur des piles en béton.

Les contre-rails avaient été installés entre les rails et parallèlement à eux; ils s'étendaient sur la longueur du tablier du pont et dépassaient un peu des 2 extrémités du pont. Les zones de transition à l'extrémité des ponts où se trouvent des contre-rails peuvent poser problème[4] lors des opérations de nivellement de la voie ou autres travaux d'entretien.

Inspections de la voie

Le RSV énonce les normes d'entretien et les exigences d'inspections de la voie minimales. Outre le RSV, le CP a son *Livre rouge sur les exigences relatives à la voie et aux ouvrages* (Livre rouge), dont les lignes directrices satisfont aux exigences du RSV ou les dépassent.

Pour les voies de catégorie 3 sur lesquelles circule un trafic annuel de 15 millions de tonnes courtes brutes, le RSV stipule que :

- les voies doivent faire l'objet d'une inspection[5] visuelle 2 fois par semaine avec au plus 3 jours d'intervalle entre les 2 inspections;
- une inspection ultrasonique de détection des défauts de rail doit avoir lieu au moins 1 fois par année;

---

4 Lorsqu'il y a des contre-rails à l'extrémité d'un pont, cela peut bloquer l'accès du matériel d'entretien de la voie automatisé (par exemple le matériel de bourrage ou de nivellement de la voie) à certains éléments de la voie ou l'empêcher de travailler sur ces éléments.

5 « Sauf indication contraire, chaque inspection visuelle de la voie doit être effectuée à pied ou dans un véhicule roulant sur la voie à une vitesse qui permet à la personne chargée de l'inspection de faire la vérification visuelle nécessaire pour repérer toute dérogation au RSV. » (Source :

- la voie doit être inspectée 2 fois par année par une voiture de contrôle de l'état géométrique de la voie.

Dans les environs de l'événement, les inspections de la voie requises avaient été faites par le CP conformément au RSV et au Livre rouge :

- La plus récente inspection visuelle de la voie avait été faite par un véhicule rail-route le matin du déraillement et n'avait relevé aucun défaut.
- Le dernier contrôle ultrasonique de détection des défauts de rail avait eu lieu le 14 juillet 2017 et n'avait relevé aucun défaut.
- Les 3 derniers contrôles de l'état géométrique de la voie avaient été faits le 16 novembre 2016, le 29 mars 2017 et le 10 juillet 2017.

Chacun de ces contrôles de l'état géométrique de la voie avait permis de détecter des irrégularités juste après l'extrémité nord du pont aux environs de la soudure aluminothermique (point milliaire 53,57) :

- Le contrôle de l'état géométrique du 16 novembre 2016 a relevé une infraction au RSV/un défaut urgent[6] du CP de sous-écartement[7], un défaut prioritaire[8] S22 du CP (1 ¼ pouce) et un défaut prioritaire R31 du CP (1 ½ pouce) dans le rail est[9].
- Le contrôle de l'état géométrique du 29 mars 2017 a relevé un défaut prioritaire S22 du CP (1 ⅛ pouce) dans les rails est et ouest.
- Le contrôle de l'état géométrique du 10 juillet 2017 (1 mois avant l'événement) a relevé une infraction au RSV/un défaut urgent de sous-écartement du CP, un défaut prioritaire R31 du CP (1 ½ pouce) dans le rail est et un défaut prioritaire R31 du CP (1 ¾ pouce) dans le rail ouest.

Le CP surveillait les défauts prioritaires conformément aux exigences de son Livre rouge.

Lorsqu'il y a des défauts d'alignement de la voie, les roues du matériel roulant ont tendance à heurter le rail, ce qui impose une contrainte additionnelle au rail et aux traverses. Les

---

Transports Canada, TC E-54, *Règlement concernant la sécurité de la voie* (25 novembre 2011), partie II, section F : Inspection, alinéa 2.4a), p. 34.)

6 Un défaut urgent du CP est équivalent à une non-conformité au RSV; les 2 exigent une attention immédiate.

7 Dans le cas d'une voie de catégorie 3, le RSV et le Livre rouge du CP exigent que l'écartement des rails soit d'au moins 56 pouces et d'au plus 57 ¾ pouces. Il y a sous-écartement à moins de 56 pouces.

8 Un défaut de géométrie prioritaire, comme il est défini dans les normes d'entretien du CP, ne constitue pas une dérogation au *Règlement concernant la sécurité de la voie*. Il faut inspecter, surveiller et, quand c'est faisable, corriger les défauts nécessitant une intervention prioritaire afin qu'ils ne deviennent pas des défauts nécessitant une intervention urgente.

9 Le RSV comprend des normes sur les défauts de surface R31, mais aucune ne correspond au défaut S22 du CP ni au défaut prioritaire R31 du CP.

défauts d'alignement sont souvent accompagnés de défauts d'écartement et d'écarts ou de défauts de nivellement transversal[10].

Pour une voie de catégorie 3, on parle d'un défaut prioritaire R31 du CP lorsque le raccordement de dévers de la surface du rail, mesuré sur 31 pieds à l'extrémité de la rampe, excède 1 ½ pouce. Le défaut de surface R31 peut causer un délestage rapide des ressorts de suspension, ce qui entraîne le délestage de la roue suivi d'un choc plus fort que d'habitude de la roue sur le rail.

Pour une voie de catégorie 3, on parle d'un défaut prioritaire S22 du CP lorsque la déformation verticale mesurée au point central d'une ligne de 22 pieds dépasse 1 pouce. Les défauts S22 du CP sont associés à une flexion excessive du rail ou du joint. Étant donné qu'un rail fléchit normalement de part et d'autre d'un joint (ou d'une soudure), on se sert d'une ligne de 22 pieds pour repérer les endroits où une roue simple réagirait à un impact soudain causé par une anomalie de la surface de la voie (un creux). Les défauts S22 sont connus pour causer des chocs de roue d'une force inhabituelle, ce qui peut entraîner une rupture du rail ou de la voie. Quand ces défauts se produisent, ils indiquent généralement un support qui se détériore et qui aurait besoin d'être remis en état. Par conséquent, tout retard dans la remise en état d'un support peut entraîner des charges inhabituellement élevées lors des chocs des roues.

Entretien de la voie

Dans les environs de l'événement, pour corriger le défaut urgent de sous-écartement après chacun des 3 contrôles de l'état géométrique de la voie, le personnel d'entretien de la voie a dû retirer les crampons, déplacer le rail et les selles, boucher les trous de crampon dans les traverses au moyen de chevilles de bois, puis remettre en place le rail en établissant le bon écartement. Lorsque ce type de réparation est fait plusieurs fois au même endroit, il peut se produire un agrandissement du trou de crampon, aussi appelé mâchement de la traverse par les crampons[11]. Il est connu que ce problème peut réduire la résistance latérale du rail.

Le 26 avril 2017, une équipe de nivellement du CP a nivelé la voie principale du point milliaire 53,5 au point milliaire 53,6 et du point milliaire 53,7 au point milliaire 53,8 de la subdivision d'Emerson.

---

10 Chemin de fer Canadien Pacifique, *Train Accident Cause Finding Manual* (janvier 2005), alinéa 6.2.3.

11 American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association, *Practical Guide to Railway Engineering* (2003), chapitre 3 : Basic Track, p. 74, à l'adresse http://www.arema.org/files/pubs/pgre/PGChapter3.pdf (dernière consultation le 16 juillet 2018).

Le 20 juillet 2017, un tronçon de 2600 pieds, entre le point milliaire 42,0 et le point milliaire 63,0, a été renivelé[12]. Toutefois, les positions précises où le nivellement a été effectué n'ont pas été établies.

Chocs des roues dans des conditions normales de fonctionnement

Les wagons de marchandises sont généralement dotés de 8 roues (4 essieux montés de 2 roues chacun). Chaque roue d'un wagon de marchandises chargé d'un poids brut sur rail de 263 000 livres (comme les wagons-trémies couverts en cause dans l'événement à l'étude) supporte 32 875 livres.

Lorsqu'une roue rencontre une anomalie de surface de la voie, elle assène un coup anormalement fort sur la surface de roulement de la voie. Ces chocs de roue plus forts que la normale peuvent accroître la flexion, particulièrement aux endroits où il existe des problèmes de surface ou d'alignement de voie.

Soudures aluminothermiques

Pour abouter 2 rails sans utiliser de joint mécanique (éclisses et attaches), on soude ensemble les abouts des rails. On utilise actuellement 2 procédés de soudage des abouts de rails : le soudage aluminothermique et le soudage en bout par étincelage.

Le soudage aluminothermique se fait avec 3 composants principaux : le creuset, où se produit une réaction chimique, la charge, qui forme le métal d'apport, et les moules, qui entourent les abouts de rails. Ce procédé emploie la réaction exothermique de la thermite pour chauffer le métal et ne nécessite donc aucune source externe de chaleur ou de courant. Lorsque la charge est fondue, une douille à bouchon fusible au fond du creuset permet à l'acier en fusion de couler dans les moules pour souder ensemble les abouts de rails. Ensuite, les moules sont retirés, et la soudure est ciselée à chaud et meulée pour produire un joint lisse.

Les défauts les plus courants des soudures aluminothermiques sont :

- la porosité,
- le manque de fusion,
- les retassures,
- les gerces.

Les gerces sont causées par des fuites de métal en fusion entre les moules et les surfaces de rail. On utilise généralement un composé réfractaire pour sceller la surface de contact des moules et du périmètre des rails. Toutefois, si ce composé n'est pas appliqué correctement et en quantité suffisante, il peut se produire une fuite. La fuite est habituellement négligeable. Il

---

[12] Le nivellement de la voie suppose habituellement l'utilisation d'un matériel d'entretien de la voie automatisé pour maintenir les caractéristiques géométriques prescrites de la voie, c.-à-d. profil, nivellement transversal et alignement.

peut arriver que le métal en fusion n'adhère pas complètement au rail en raison de la présence de calamine et de rouille sur les surfaces du rail. Le manque de fusion crée une fissure pointue qui peut faire augmenter les contraintes. Les gerces doivent être éliminées des surfaces des rails.

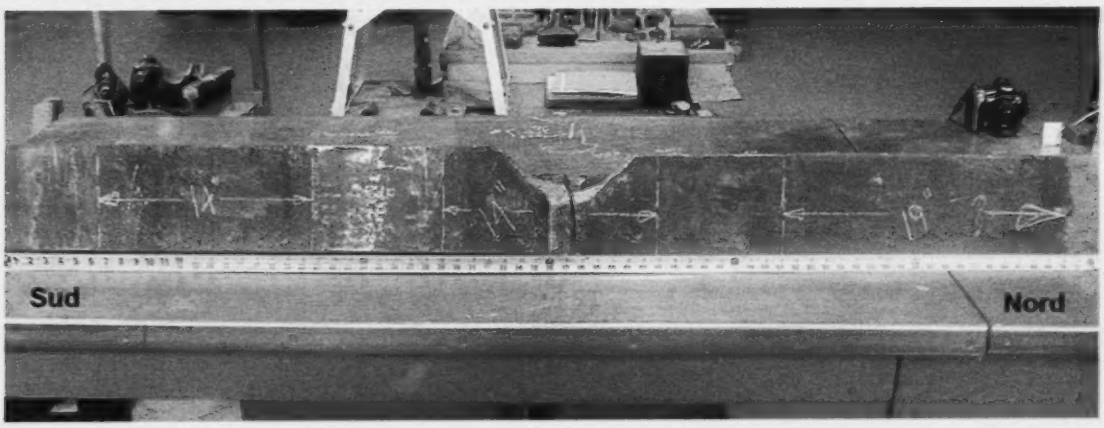
Examen en laboratoire du rail et de la soudure aluminothermique rompue

À l'Atelier des essais du CP à Winnipeg, les enquêteurs du BST et le personnel du CP ont examiné ensemble le rail et la soudure aluminothermique rompue. Voici des résultats de l'examen :

- La composition chimique, la dureté et la structure interne du rail étaient typiques de rails en acier ordinaire fabriqués dans les années 1960 et 1970.
- Il n'y avait aucun signe de défaut de fabrication ou de matériau d'origine du rail qui aurait pu causer la défaillance ou y contribuer.
- L'attaque macrographique d'une section transversale de la soudure aluminothermique a révélé que celle-ci était saine et homogène, et ne présentait aucun défaut interne visible.

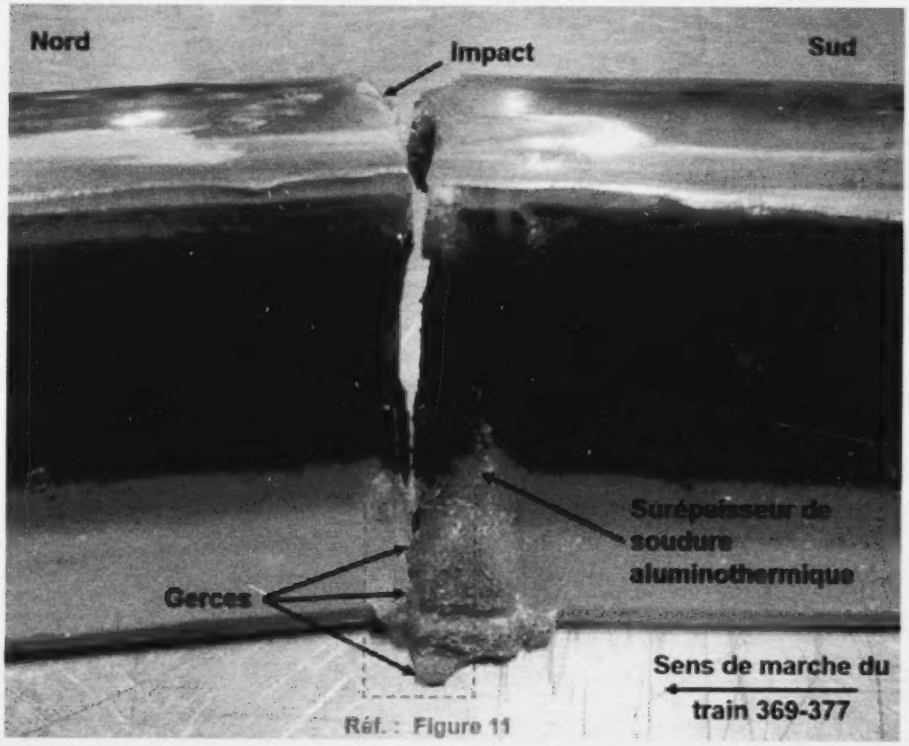
Le dessous du rail montrait un espacement irrégulier des traverses. La case adjacente à la soudure aluminothermique ne présentait aucun contact avec une traverse avant au moins 19 pouces (figure 8).

Figure 8. Espacement des traverses observé sur le patin de rail



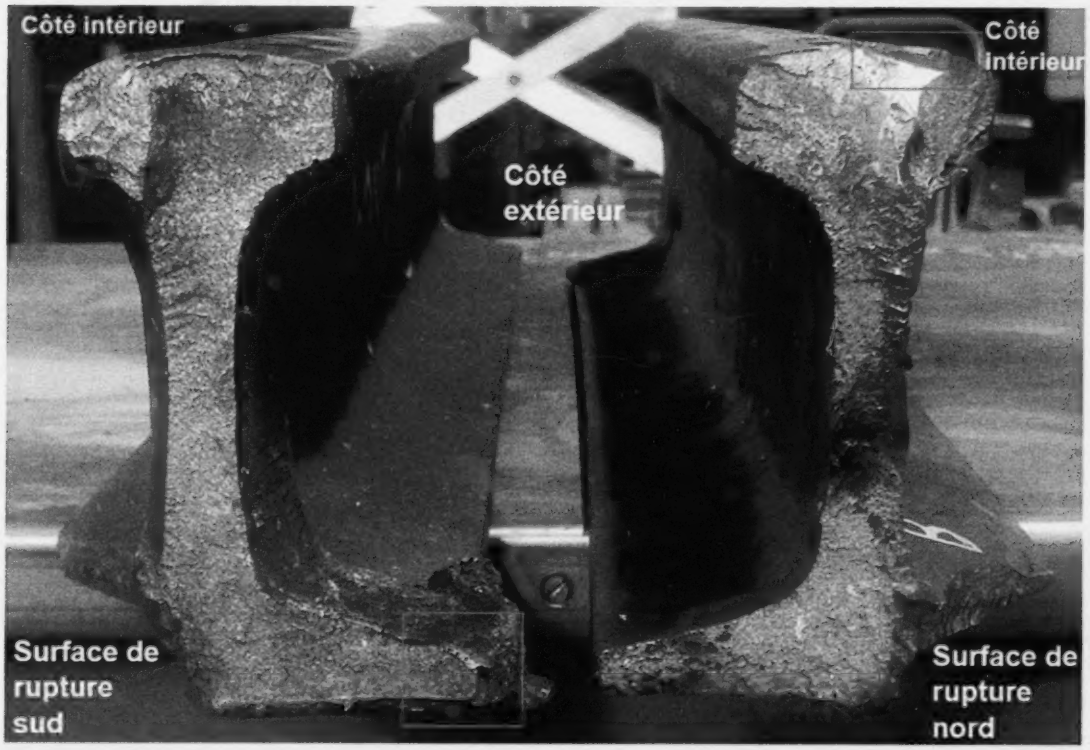
La rupture de la soudure aluminothermique était verticale et généralement plane; elle correspondait à l'extrémité nord de la surépaisseur de soudure aluminothermique (figure 9).

Figure 9. Vue latérale de la soudure aluminothermique rompue et de l'origine de la rupture



La surface de roulement du rail sur le côté nord de la rupture présentait des marques d'impact du type attendu étant donné le sens de la marche du train, ce qui indique que le côté nord de la rupture avait été exposé et frappé par au moins 1 table de roulement (figure 10).

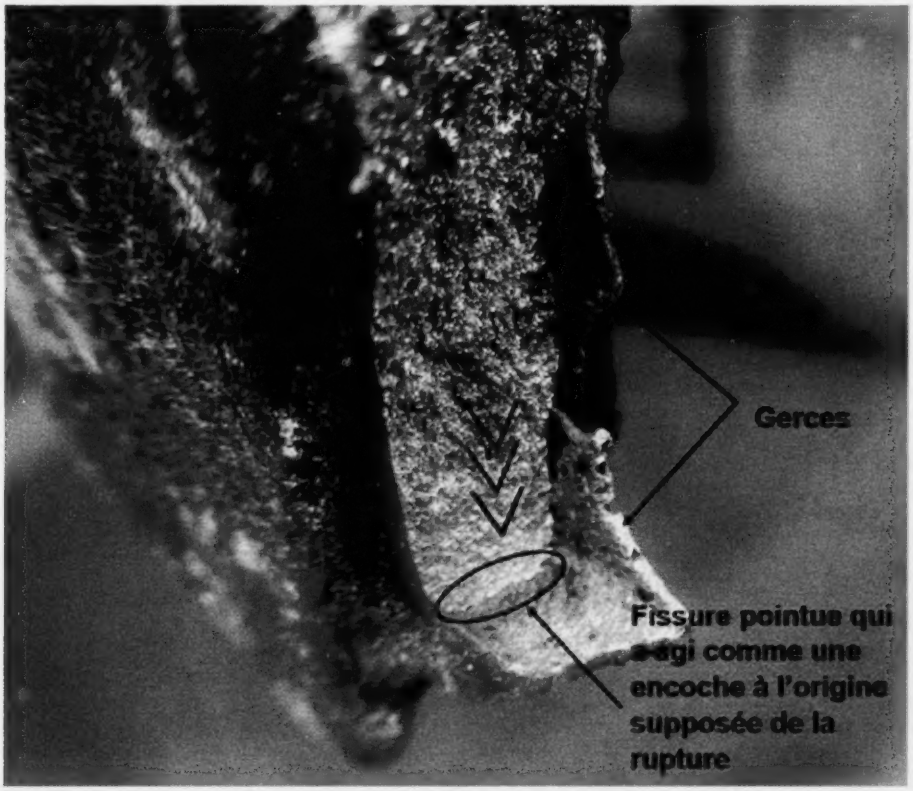
Figure 10. Surfaces de rupture exposées montrant l'origine probable de la rupture (carré sur le patin de rail) et l'impact (rectangle sur le champignon)



Les surfaces de rupture montraient un motif de chevrons caractéristique d'une rupture fragile. Ces chevrons pointaient vers l'origine de la rupture à la surface extérieure de l'épaulement du patin de rail du côté champ de la soudure aluminothermique rompue.

L'origine de la rupture présentait des défauts de fabrication de la soudure aluminothermique d'origine appelés « gerces ». Une fissure pointue s'était formée et avait agi comme encoche à l'origine supposée de la rupture (figure 11). Il n'y avait aucune trace de rupture par fatigue.

Figure 11. Chevrons pointant vers l'origine de la rupture aux gerces de la soudure aluminothermique



Événements similaires ayant mis en cause des anomalies de surface des rails

Depuis 2014, le BST a mené 5 autres enquêtes[13] mettant en cause des anomalies de surface des rails qui avaient été relevées comme des défauts prioritaires de surface liés à la géométrie de la voie nécessitant une surveillance. Dans chaque événement, la défaillance de la voie ou de ses éléments est survenue avant la réparation et avant que le défaut ne devienne urgent.

[13] Rapports d'enquête ferroviaire R14W0256, R15H0005, R15H0013, R15H0092 et R17W0199 du BST.

Analyse

Aucun problème mécanique ou de conduite du train n'a contribué à l'accident. L'analyse portera sur les conditions géométriques et d'entretien de la voie qui ont entraîné la rupture de la soudure aluminothermique.

L'événement

Tandis que le train roulait à environ 40 mi/h, la locomotive est passée sur une section inégale de la voie à l'extrémité nord du pont enjambant la rivière Roseau. Situé juste après les contre-rails qui dépassaient de l'extrémité nord du pont, ce point correspondait à l'emplacement d'une soudure aluminothermique (point milliaire 53,57) et d'un léger désalignement vers l'ouest du rail gauche (ouest).

Environ 1 minute plus tard, un freinage d'urgence provenant de la conduite générale s'est déclenché. L'inspection subséquente a révélé que 22 wagons, du 58e au 79e à partir de la tête du train, avaient déraillé juste au nord du pont. L'examen du site a permis de découvrir une soudure aluminothermique rompue dans le rail ouest, environ 20 pieds au nord du pont. Le train a déraillé lorsque la soudure aluminothermique dans le rail ouest au point milliaire 53,57 s'est rompue sous le train.

Géométrie et entretien de la voie

La soudure aluminothermique était en service depuis environ 9 ans. La soudure était généralement saine et il n'y avait pas de signe de fatigue sur les surfaces de rupture. D'autres facteurs ont contribué à la rupture de la soudure aluminothermique.

Depuis au moins novembre 2016, la zone environnante du point initial de déraillement présentait plusieurs conditions ou anomalies géométriques de rail, notamment :

- Non-respect récurrent des seuils de sous-écartement stipulés par le *Règlement concernant la sécurité de la voie* (RSV) : Il est probable que, par suite des réparations de ce défaut récurrent, les crampons ont mâché les traverses, réduisant ainsi la résistance latérale du rail.
- Désalignement du rail vers l'ouest : Un désalignement du rail peut faire en sorte que les roues du matériel roulant heurtent le rail, ce qui impose une contrainte additionnelle au rail et aux traverses, particulièrement à l'extrémité du patin de rail du côté champ (ouest).
- Défaut prioritaire de surface S22 du Chemin de fer Canadien Pacifique (CP) : Les défauts S22 sont connus pour causer de forts chocs de roues, ce qui peut entraîner une rupture du rail ou de la voie. Quand ces défauts se produisent, ils indiquent généralement un support qui se détériore et qui aurait besoin d'être remis en état. Tout retard dans la remise en état d'un support peut entraîner des charges inhabituellement élevées lors des chocs des roues.

- Défaut de surface prioritaire R31 du CP de 1 ¾ pouce dans le rail ouest : Ce défaut de surface peut causer un délestage rapide des ressorts de suspension du wagon, ce qui entraîne le délestage de la roue suivi d'un choc de la roue sur le rail.
- Espacement irrégulier des traverses : La case adjacente à la soudure aluminothermique dans le rail ouest ne présentait aucun contact avec une traverse avant au moins 19 pouces (figure 8), ce qui entraînait une augmentation du déplacement vertical du rail à cet endroit.

En raison des multiples défauts de géométrie et problèmes liés à l'état de la voie continus et récurrents, le rail aux environs de la soudure aluminothermique qui s'est rompue avait subi des contraintes accrues lors de l'exploitation normale des trains. Notamment, chaque fois qu'une roue de train passait, l'extrémité du patin de rail, du côté champ du rail ouest, subissait une tension en raison du désalignement de la voie à cet endroit.

Soudure aluminothermique rompue

Les surfaces de rupture de la soudure aluminothermique présentaient les traits caractéristiques d'une rupture fragile transversale, ce qui indique que la soudure aluminothermique s'est rompue soudainement sous le train. Les surfaces de rupture montraient un motif de chevrons pointant vers l'origine de la rupture à l'extrémité du patin de rail, du côté champ du rail ouest.

L'origine de la rupture présentait des anomalies appelées « gerces », qui dataient de la réalisation de la soudure aluminothermique en octobre 2008. Au cours du procédé de soudage aluminothermique, des gerces sont apparues à l'extrémité du patin de rail lorsque du métal en fusion a fui du moule et na pas adhéré au rail. Cela a causé une fissure pointue (une encoche mécanique) qui contribuait à augmenter les contraintes. Étant donné les forces de tension exercées à répétition par l'exploitation normale des trains, les gerces à l'extrémité du patin de rail du côté champ du rail ouest sont devenues le point d'amorce d'une cassure fragile transversale, ce qui a causé la rupture de la soudure aluminothermique.

Conditions et défauts prioritaires de la surface de la voie

Depuis 2014, le BST a mené 5 autres enquêtes[14] mettant en cause des anomalies de surface de la voie qui avaient été qualifiées de problématiques, par exemple un affaissement localisé de la surface ou des défauts prioritaires de surface liés à la géométrie de la voie nécessitant une surveillance. Dans chaque événement, la défaillance du rail ou de ses éléments est survenue avant la réparation et avant que le défaut ne devienne assez urgent pour exiger une intervention immédiate.

Si les défauts prioritaires de géométrie de la voie ne sont pas détectés, surveillés et atténués à temps, la structure de la voie risque de se dégrader davantage, ce qui augmente le risque de déraillements.

---

[14] Rapports d'enquête ferroviaire R14W0256, R15H0005, R15H0013, R15H0092 et R17W0199 du BST.

Dans l'événement à l'étude, plusieurs contrôles de l'état géométrique de la voie sur une période de 2 ans ont relevé des défauts prioritaires de surface de la voie du CP (R31 ou S22) dans les rails est et ouest aux environs du lieu du déraillement. Environ un mois avant l'événement à l'étude, un contrôle de l'état géométrique de la voie a permis de détecter un défaut prioritaire R31 de 1 ¾ pouce dans le rail ouest au point milliaire 53,57.

Le CP surveillait les défauts prioritaires conformément aux exigences de son Livre rouge. Toutefois, la soudure aluminothermique s'est rompue avant que les défauts prioritaires se dégradent au point de nécessiter une réparation immédiate. Malgré une surveillance des défauts prioritaires de géométrie de la voie conforme aux normes de l'entreprise, la soudure aluminothermique s'est rompue au passage du train avant que les défauts prioritaires soient réparés.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Le train a déraillé lorsque la soudure aluminothermique dans le rail ouest au point milliaire 53,57 s'est rompue sous le train.

2. En octobre 2008, au cours du procédé de soudage aluminothermique, des gerces étaient apparues à l'extrémité du patin de rail lorsque du métal en fusion a fui du moule et n'a pas adhéré au rail, ce qui a causé une fissure pointue (une encoche mécanique) qui contribuait à augmenter les contraintes.

3. En raison des multiples défauts de géométrie et problèmes liés à l'état de la voie continus et récurrents, le rail aux environs de la soudure aluminothermique qui s'est rompue avait subi des contraintes accrues lors de l'exploitation normale des trains.

4. Chaque fois qu'une roue de train passait, l'extrémité du patin de rail, du côté champ du rail ouest, subissait une tension en raison du désalignement de la voie à cet endroit.

5. Étant donné les forces de tension exercées à répétition par l'exploitation normale des trains, les gerces à l'extrémité du patin de rail sont devenues le point d'amorce d'une cassure fragile transversale, ce qui a causé la rupture de la soudure aluminothermique.

Faits établis quant aux risques

1. Si les défauts prioritaires de géométrie de la voie ne sont pas détectés, surveillés et atténués à temps, la structure de la voie risque de se dégrader davantage, ce qui augmente le risque de déraillements.

Autres faits établis

1. Malgré une surveillance des défauts prioritaires de géométrie de la voie conforme aux normes de l'entreprise, la soudure aluminothermique s'est rompue au passage du train avant que les défauts prioritaires soient réparés.

Mesures de sécurité

Mesures de sécurité prises

Chemin de fer Canadien Pacifique

Après l'accident, le Chemin de fer Canadien Pacifique a installé 5022 pieds de longs rails soudés de 136 livres entre le point milliaire 52,9 et le point milliaire 53,8, et 568 traverses entre le point milliaire 53,0 et le point milliaire 54,0.

Le présent rapport conclut l'enquête du Bureau de la sécurité des transports du Canada sur cet événement. Le Bureau a autorisé la publication de ce rapport le 4 juillet 2018. Le rapport a été officiellement publié le 24 juillet 2018.

Visitez le site Web du Bureau de la sécurité des transports du Canada (www.bst.gc.ca) pour obtenir de plus amples renseignements sur le BST, ses services et ses produits. Vous y trouverez également la Liste de surveillance, qui énumère les problèmes de sécurité dans les transports qui posent les plus grands risques pour les Canadiens. Dans chaque cas, le BST a constaté que les mesures prises à ce jour sont inadéquates, et que le secteur et les organismes de réglementation doivent adopter d'autres mesures concrètes pour éliminer ces risques.